1 定電圧電源の方式 …… 30

2 スイッチング電源の回路方式 …… 30

1. シングルエンディッドフォワード方式 …… 30
2. プッシュプル方式 …… 30
3. ハーフブリッジ方式 …… 30
4. フルブリッジ方式 …… 31
5. シングルエンディッドフライバック方式 …… 31
6. 降圧チョッパー方式 …… 31
7. マグアンプ方式 …… 31
8. 昇圧チョッパー方式 …… 31
9. 極性反転型チョッパー方式 …… 31

3 外形、用途別で見た スイッチング電源 …… 31

1. 据置型（ユニット、基板単体） …… 31
2. オンボード型 …… 32
3. モジュール型 …… 32

4 電源の用語 …… 32

1. 入力電圧 …… 32
2. 入力電流 …… 32
3. 入力電力（入力容量） …… 32
4. 効率 …… 32
5. 力率 …… 32
6. 突入電流 …… 33
7. 漏洩電流 …… 33
8. 定格出力電圧 …… 33
9. 定格出力電流 …… 33
10. ピーク出力電流 …… 33
11. 最低出力電流（最小負荷） …… 34
12. 静的入力変動 …… 34
13. 静的負荷変動 …… 34
14. 動的入力変動 …… 34
15. 動的負荷変動 …… 34
16. リップル …… 34
17. リップルノイズ …… 34
18. 周囲温度変動 …… 34
19. 経時ドリフト …… 34
20. 起動時間 …… 34
21. 出力保持時間 …… 34
22. 出力電圧可変範囲 …… 35
23. 出力電圧設定確度 …… 35
24. 過電流保護（O.C.P） …… 35
25. 過電圧保護（O.V.P） …… 35
26. リモートセンシング …… 35
27. リモートコントロール …… 35
28. 絶縁抵抗・耐電圧 …… 35
29. 使用周囲温度 …… 36
30. 使用周囲湿度 …… 36
31. 保存周囲温度 …… 36
32. 保存周囲湿度 …… 36
33. 耐振動 …… 36
34. 耐衝撃 …… 36
35. 雑音端子電圧（帰還ノイズ） …… 36
36. 雑音電界強度（輻射ノイズ） …… 36
37. 入力雑音耐量 …… 36
38. 耐雷サージ電圧 …… 36

5 使用上の注意点 …… 36

1. 入力電圧 …… 36
2. 入力相数 …… 37
3. 入力自動切り替え方式電源 …… 37
4. 入力電力 …… 37
5. ヒューズの選定 …… 37
6. スイッチの選定 …… 37
7. 雷サージ対策 …… 38
8. 最低出力電流の規制 …… 38
9. 電源が立上がらない負荷 …… 38
10. ピーク電流を流す時 …… 38
11. 出力ディレーティング …… 39
12. 直列運転 …… 39
13. 並列運転・冗長運転 …… 39
14. リモートセンシング …… 40
15. リモートコントロール …… 40
16. 取り付け …… 40
17. 放熱設計 …… 40
18. 配線・接続 …… 40

6 ノイズ …… 41

1. ノイズの発生 …… 41
2. ノイズの伝達 …… 41
3. ノイズ対策：電源自身で発生するノイズに対して …… 41
4. ノイズ対策：外部からのノイズに対して …… 42
5. ノイズの用語 …… 42
6. EMI規格 …… 43

7 高調波電流抑制・力率改善 …… 43

1. 高調波電流の発生 …… 43
2. 高調波電流抑制の方法 …… 44
3. 高調波電流抑制の規格 …… 44

8 信頼性 …… 45

1. 故障率 …… 45
2. MTBF（平均故障間隔） …… 45
3. 寿命 …… 45
4. 信頼性試験 …… 45
5. 環境 …… 46

9 安全規格 …… 46

10 スイッチング電源の関連規格・規制 …… 47

1. IEC規格 …… 47
2. 輸出貿易管理令 …… 47
3. CEマーク …… 47
4. JEITA規格 …… 48
5. RoHS指令 …… 48

1. 定電圧電源の方式

電子機器を作動させるためにはICやトランジスタを動作させるための安定な直流電圧が必要です。

この定電圧を作る方式として、まず商用の交流電源から作る（AC-DC）方法とバッテリーなどの直流電源から作る（DC-DC）方法があります。

これらはそれぞれ入力（1次）と出力（2次）が絶縁されたものと、絶縁されていないものがあります。

現在定電圧電源の方式としてはスイッチング方式とシリーズ方式（ドロッパ方式、リニア方式）があり、スイッチング方式が主流となっています。

スイッチング方式の電源は高効率で軽いと言う長所がありますが、それに対して一旦整流した電圧を高周波の交流に変換し、それをふたたび直流にしているためノイズが大きいと言う短所があります。

シリーズ方式の電源はリップル、ノイズが小さいと言う長所がありますが、それに対して大きくて重いという短所があります。

システムの性能を発揮させるためには、これらの電源の特性をうまくコントロールして使う必要があります。

表 1.1 スイッチング電源とシリーズ電源の比較

項目＼方式	シリーズ方式電源	スイッチング方式電源
効率	低い（25～50%）	高い（65～90%）
安定度	高い	普通
リップルノイズ	小さい（10mV以下）	大きい（10～200mV）
応答速度	速い（10μs～1ms）	普通（0.5～10ms）
不要輻射	商用周波数の磁界	スイッチング周波数から百数十MHzまでのノイズを発生
入力電圧	広い入力範囲をとると効率低下	広い入力範囲可能 100/200V連続入力も可
回路	簡単、部品点数少ない	複雑、部品点数多い
外形寸法	大きい	小さい（1/4～1/10）
重量	重い	軽い（1/4～1/10）

2. スイッチング電源の回路方式

スイッチング電源の方式は直流を高周波の交流に変換し、それをふたたび直流に変換する、DC-DCコンバータ部分の回路方式で区別されます。

またこれらはコンバータ自体が発振する自励方式と発振器を別にもつ他励方式とがあります。スイッチング電源の制御用ICなどは他励方式をとっています。

自励方式は入力電圧や負荷の変動によって周波数が変化しますが、他励方式は一定周波数で動作します。

またフォワード方式とフライバック方式とは1次側から2次側へのエネルギー伝達方式のことで、フォワード方式はスイッチングトランジスタが ONした時エネルギーの伝達が行われる（ON-ON方式）のに対して、フライバック方式はトランジスタがOFFした時にエネルギーが伝達される（ON-OFF方式）ものです。

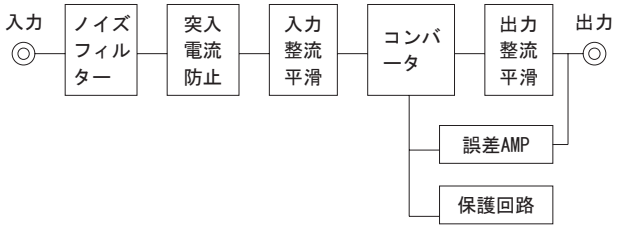


図 2.1 スイッチング電源の回路方式

1）シングルエンディッドフォワード方式

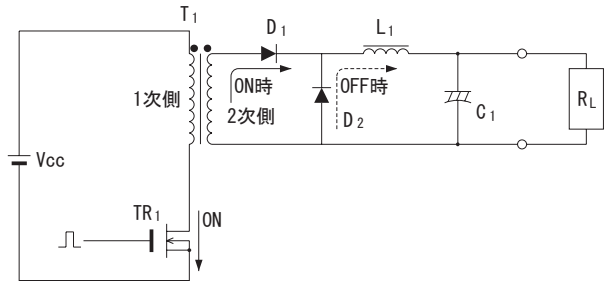


図 2.2

シングルエンディッドフォワード方式は構成が簡単で制御も安定にできることからもっともポピュラーな方式です。

現在では他励方式がほとんどで小電力から大電力（1.5KW）まで使用されています。

TRがONした時D_1がONして負荷へ電流を流し、TRがOFFした時はチョークコイルに溜まったエネルギーをD_2を通して負荷に供給します。

2）プッシュプル方式

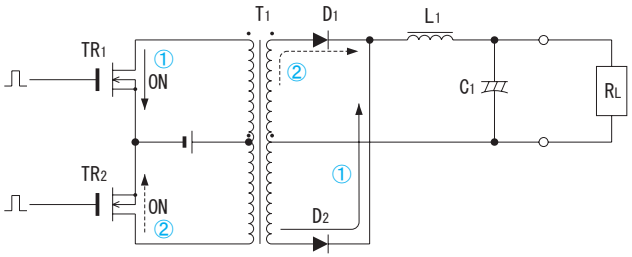


図 2.3

2個のTRを交互にONさせる方式です。

両方のTRがOFFの時D_1、D_2の両方がONしてチョークコイルのエネルギーを負荷に供給します。

交互のON幅の差でトランスが直流励磁するため、あまり使用されていません。

3）ハーフブリッジ方式

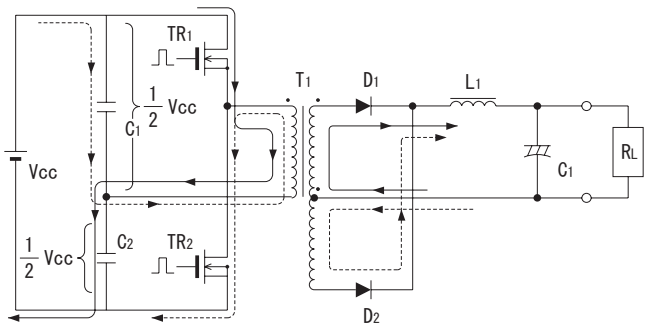


図 2.4

動作はプッシュプル方式と同じですが、トランスの巻線が一つでトランスの利用効率が高く、かつC_1、C_2によって直流励磁しにくく、トランスにかかる電圧がVccの1/2、TRにかかる電圧がVccと同じになり耐圧の低いトランジスタが使えます。

4）フルブリッジ方式

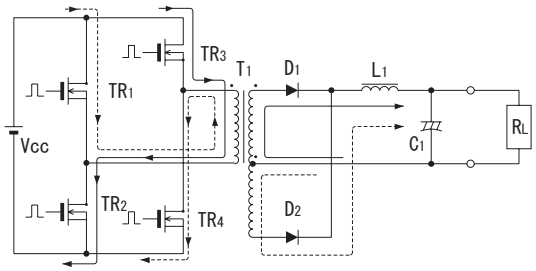


図　2.5

TR1、TR4とTR2、TR3が交互にONする方式です。
トランス、TRにかかる電圧が共にVccとなります。
特に、大電力のコンバータとして使用されます。

5）シングルエンディッドフライバック方式

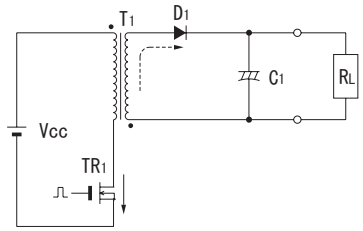


図　2.6

シングルエンディッドフライバック方式は大出力には不向きですが、最小の部品点数で構成することができるため、小容量のスイッチング電源に多用されています。
TR1がONの時トランスにエネルギーを蓄積し、OFFの時D1を通してエネルギーを負荷に供給します、ONの時はC1の放電でエネルギーを負荷に供給しますので、フォワード方式に較べ容量の大きいコンデンサが必要です。

6）降圧チョッパー方式

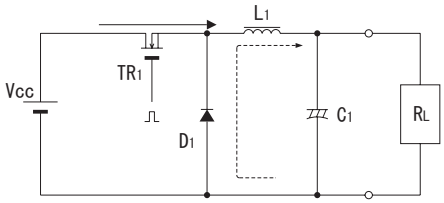


図　2.7

シングルフォワード方式と同じ動作をします。
高い電圧を低い電圧に変換する、非絶縁タイプのDC-DCコンバータに使用されます。

7）マグアンプ方式

スイッチとして可飽和リアクトルを使った方式です。鉄心が飽和する前は高インピーダンス、飽和した後は低インピーダンスになることを利用してスイッチします。
スイッチするタイミングは、飽和と逆方向の励磁量を変化させることによって制御します。

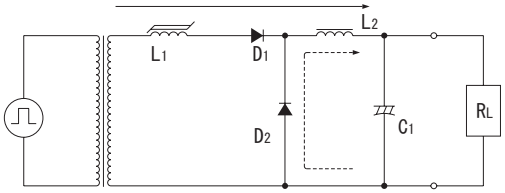


図　2.8

8）昇圧チョッパー方式

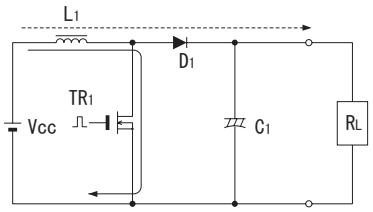


図　2.9

フライバック方式と同じ動作をします。
TR1がOFFした時のチョークコイルから発生する逆起電力を利用してD1を通してエネルギーを負荷に供給します。
低い電圧を高い電圧に変換する、非絶縁タイプのDC-DCコンバータに使用されます。
アクティブフィルター方式力率改善回路にも利用しています。

9）極性反転型チョッパー方式

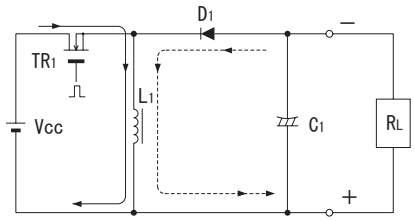


図　2.10

フライバック方式と同じ動作をします。
昇圧型とは TRとチョークコイルの位置が逆で、TR1がOFFした時出力にはマイナスの電圧が出てきます。
バックブースト型ともいいます。

3. 外形、用途別で見たスイッチング電源

1）据置型（ユニット、基板単体）

筐体やシャーシにねじ止めして使用する一般的な形です。

表　3.1

No.	分　類	内　容
1	カバーつき	・調整、メンテナンス時の感電防止 ・組立時金属片などの異物混入防止 ・放熱が悪い
2	オープンフレーム	・放熱がよい ・コストが安い
3	プリント基板単体	・コストが安い

2）オンボード型

システムのプリント基板上に実装するタイプです。

AC—DCの小電力タイプやDC—DCコンバータに多く適用されています。

システムのプリント基板のアートワークで、発生するノイズの大きさなどが違ってきますので、詳細は個別の取扱い説明をご覧ください。

3）モジュール型

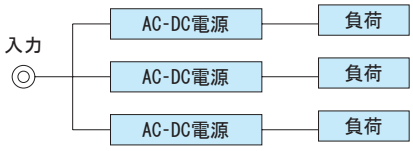


図　3.1　従来のユニット電源の組み方

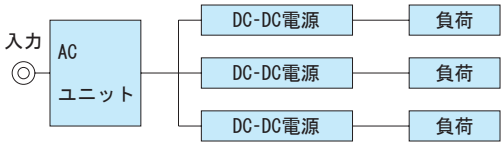


図　3.2　モジュール型電源の組み方

複数個のスイッチング電源を組み合わせて使用する場合、ノイズフィルターと突入電流防止、整流、平滑回路を複数もつことになります。

このため漏洩電流および突入電流が使用している電源の和となり規格をオーバーする場合があります。

モジュール電源を使って構成した場合、ノイズフィルター、突入電流防止回路、整流、平滑回路が一つになりますので問題はなくなります。

また、モジュール電源はSMTを使ってオンボード型で、かつ超小型のものが主流ですので、狭いところに実装するとか、ハーネスレスの実装によってシステム全体のコストダウンにつながる場合もあります。

4. 電源の用語

1）入力電圧

各仕様を保証できる入力電圧の公称値または範囲を表します。

交流入力の場合は実効値で、直流入力の場合は瞬時値を含めて表します。従って、直流入力でリップル分を含んでいる場合はその最小値と最大値を考慮する必要があります。

交流入力の電源はほとんどの場合、入力をコンデンサインプットで整流、平滑していますので、入力電圧の波形が歪んでいる場合、正常に動作しないことがありますのでご注意ください。

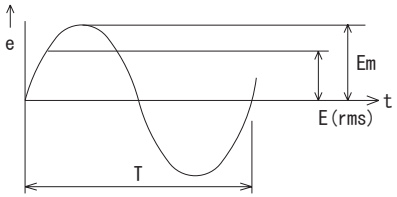


図　4.1　正弦波交流電圧波形

最大値　　Em

実効値　　$E\ (rms) = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T e^2 dt} = \frac{1}{\sqrt{2}}Em$

交流入力と直流入力の両方が出来るタイプは整流回路を内蔵していますので、直流入力の時も極性はありません。

交流入力電流のほとんどは単相用ですが、大電力の場合3相入力タイプも用意しております。

2）入力電流

電源に流れ込む電流で、実効値で表します。

シリーズ方式、スイッチング方式共にコンデンサインプットの整流回路を内蔵しているため、入力電流は正弦波とはならず、以下のような波形になります。

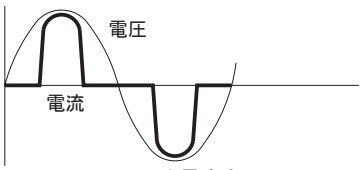


図　4.2　入力電流波形

$$\text{入力電流（実効値）} = \frac{\text{出力電力}}{\text{入力電圧（実効値）} \times \text{効率} \times \text{力率}}$$

3）入力電力（入力容量）

電源にはコンデンサインプットの整流、平滑回路を使用しているため、入力電流の波形が歪んでいます。

そのため、入力電圧（実効値）と入力電流（実効値）の積である皮相電力と入力電圧と入力電流の積の積分値である有効電力とがあります。皮相電力は電源に流れ込む電力で、有効電力は電源で消費される電力となり、その差の電力は商用電源側に帰って行く電力となります。

$$\text{皮相電力} = E_{(rms)} \times I_{(rms)}$$

$$\text{有効電力} = \frac{1}{T}\int_0^T (e \times i)\, dt$$

4）効率

出力電力と入力有効電力の比で表します。

仕様値は定格出力電力の時で表示されており、出力電流が小さくなると、効率が悪くなります。

$$\text{効率} = \frac{\text{出力電力}}{\text{入力有効電力}} \times 100\,\%$$

＜計算例＞

出力電圧 5V、出力電流20A、入力有効電力125Wの場合

※出力電圧の測定…直流電圧計などで測定

出力電流の測定…直流電流計などで測定

入力有効電力の測定…電力計などで測定

$$\text{効率} = \frac{\text{出力電力}}{\text{入力有効電力}} = \frac{5 \times 20}{125} \times 100 = 80\ [\%]$$

5）力率

一般に力率は電圧と電流の位相差で表しますが、電源の場合、入力電圧と電流には位相差はありませんので、皮相電力と有効電力の比で表します。

$$\text{力率} = \frac{\text{有効電力}}{\text{皮相電力}} \times 100\,\%$$

6）突入電流

電源に入力電圧にかけた瞬間に流れる電流の波高値をいいます。

シリーズ電源の場合、2次側のコンデンサインプット整流回路に流れる電流と、0位相で投入した時にトランスが飽和して流れる電流があり、定格電流の5倍から10倍の突入電流が流れます。

AC-DCのスイッチング電源の場合、入力電圧を直接コンデンサインプット整流するため、数十から数百倍の大電流が流れます。

そのため、次のような突入電流防止回路を付けて突入電流を制御しています。

a. 抵抗制限方式

入力ラインに抵抗を挿入するものと、ラインフィルターのコイルの抵抗を利用する方法があります。

常時損失しているので小電力向けに使用されます。

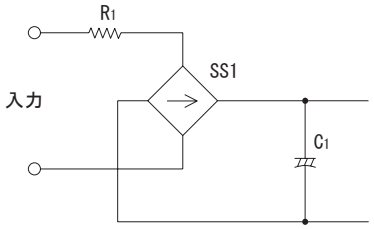


図　4.3

b. サーミスタ方式

入力ラインにサーミスタを挿入する方法です。

最初は抵抗値が高く突入電流を抑え、通電して温度が上がると抵抗値が下がり、損失が少なくてすむ特性を利用しています。

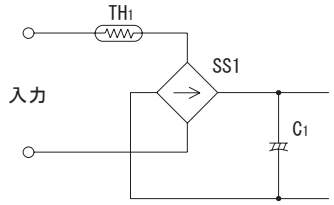


図　4.4

c. SCR方式

SCRと抵抗を並列にした回路です。

最初は抵抗だけにして突入電流を抑え、平滑コンデンサの充電が終わった頃にSCRをONして、抵抗の損失をなくします。

最初の投入時とSCRがONした時の2回突入電流が流れます。

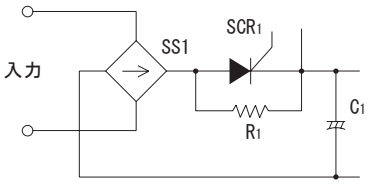


図　4.5

DC-DCコンバータの場合、入力側に大きな容量のコンデンサを使っていないため、ほとんどのものに突入電流防止回路が付いておりません。

急峻な立上がりの電圧をかけたり、機械的スイッチでON-OFFする場合、短時間ですが突入電流が流れますのでご注意ください。

7）漏洩電流

人体への感電など安全面から各国の安全規格に定めている電流です。

入力から1次側部品やトランスの1次-2次間の浮遊容量、ノイズフィルターの接地コンデンサなどを通して大地へ流れる電流をいいます。

測定は以下に示すもので行います。

〈EN60950-1、UL60950-1の場合〉　　〈電気用品安全法の場合〉

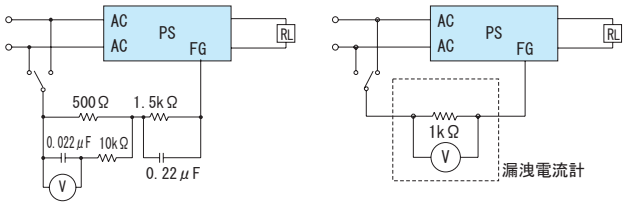


図　4.6　漏洩電流測定回路

電気用品安全法では周波数によって電流値が規定されています。

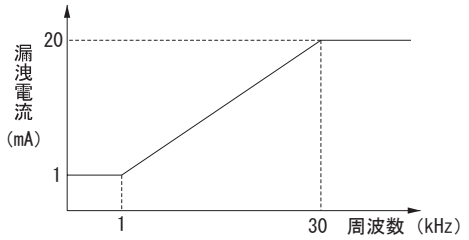


図　4.7　漏洩電流と周波数

◆漏洩電流の低減

モジュール電源を使用するのが最良ですが、次の方法もあります。

漏洩電流のほとんどが、内蔵しているノイズフィルターの接地コンデンサに流れます。

従ってこのコンデンサをはずす、または小容量のコンデンサにマイナーチェンジしたものを用意しております。

この場合外部に別のノイズフィルターが必要です。

8）定格出力電圧

出力端子間に現れる直流電圧の公称値を言います。

ねじ端子のものは端子部の電圧、コネクタ端子のものは規定の距離（5～15cm）を設定し、そのポイントの電圧を言い、他の特性も同様にこのポイントで測定します。

9）定格出力電流

電源から負荷に連続して供給できる電流を言います。

使用周囲温度や冷却方法によって変わる場合がありますので、ディレーティング特性を参照してお使いください。

10）ピーク出力電流

電源から負荷に短時間流せる電流を言います。

モータなど起動時にピーク電流の流れる負荷に最適です。

11）最低出力電流（最小負荷）

電源から負荷に流せる最低の電流を言います。

この値以下の出力電流領域では出力電圧が低下するなど、仕様値を満足しません。

また、この値を規定していない電源は 0アンペアから使用可能です。

12）静的入力変動

入力電圧を仕様範囲内でゆっくり変化させた時の出力電圧の変動の最大値を言います。

13）静的負荷変動

出力電流を仕様範囲内でゆっくり変化させた時の出力電圧の変動の最大値を言います。

14）動的入力変動

入力電圧を仕様範囲内で急激に変化させた時の出力電圧の変動を＋－で表します。

スイッチング電源の場合、入力平滑回路に大きなコンデンサを使っているため、小さな値です。

15）動的負荷変動

出力電流を仕様範囲内で急激に変化させた時の出力電圧の変動を＋－で表します。

負荷の種類や配線のインダクタンス、スイッチの種類で電流の変化速度が違い、測定値が一定しないため、一般的には仕様に規定しておりません。

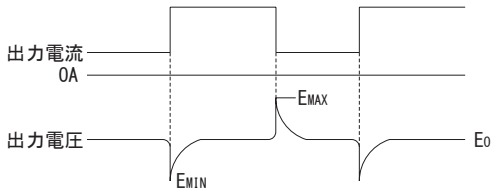


図 4.8　動的負荷と過渡応答

16）リップル

出力電圧に重畳される入力周波数及びスイッチング周波数と同期した成分で、Peak-Peakで表します。

入力周波数に同期した成分は電源内部の入力平滑コンデンサの容量と、誤差AMPの応答速度、出力電流で決まります。

スイッチング周波数に同期した成分はスイッチング周波数と、出力フィルター、出力電流で決まります。

スイッチング電源の出力にコンデンサを追加した場合、スイッチング周波数に同期した成分は小さくなりますが、入力周波数に同期した成分は変化しません。

シリーズ電源では、入力周波数に同期した成分だけになります。

17）リップルノイズ

出力ノイズは出力電圧に重畳されるリップル以外のノイズ成分だけを言い、Peak-Peakで表します。

使用上はリップルを含むリップルノイズが問題となります。

スイッチング電源ではほとんどが矩形波インバータを使用しているため、スイッチングトランジスタや出力整流ダイオードから出るノイズが出力に出てきます。

リップル、出力ノイズ、リップルノイズの関係を以下に示します。

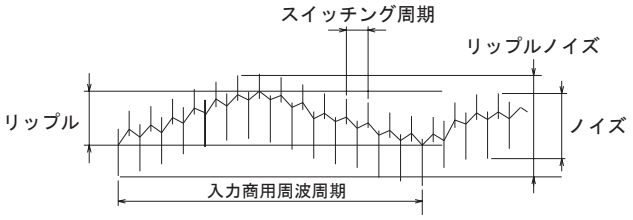


図　4.9

18）周囲温度変動

仕様周囲温度範囲内での出力電圧の変動をいいます。

定格入出力条件で測定します。

19）経時ドリフト

入力を印加後指定時から指定時までの出力電圧の変動をいいます。

定格入出力条件で測定します。

20）起動時間

入力を印加後出力電圧が90%に立上がるまでの時間をいいます。

遅延時間と立上がり時間との和です。

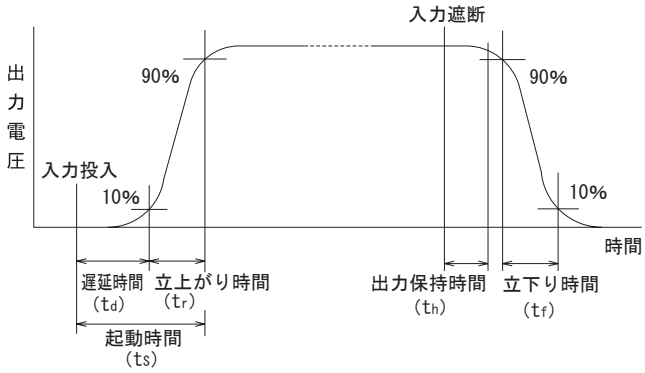


図　4.10

21）出力保持時間

入力を遮断した後、出力電圧が定電圧精度範囲または規定の電圧範囲を保持している時間をいいます。

瞬時停電があっても安定した出力電圧を供給できます。

また、停電の時この保持時間を利用してメモリー退避や機械系の誤動作を防止するために使います。

保持時間は次の要素で決定されます。

a.　入力電圧
b.　入力平滑コンデンサの容量
c.　最低レギュレーション電圧
d.　効率
e.　出力電流

一部の製品を除き、出力保持時間は定格出力電流で15～20ms (typ)となっています。そのため、出力保持時間を長くするためには、実際に使用する負荷電流よりも大きな定格出力電流の製品に容量を上げていただく必要がございます。

なお、出力にコンデンサを追加しても保持時間は長くなりません。

また、一部の機種では、電源内部の入力平滑コンデンサ容量を上げるマイナーチェンジが可能であったり、オプションにて出力保持時間延長ユニットをご用意している機種もございます。

詳細については、当社までお問い合わせください。

22）出力電圧可変範囲

定電圧精度が保証された条件で、外部から出力電圧を可変できる範囲をいいます。

出力電圧調整ボリュームを回しすぎますと、過電圧保護回路が動作して、電源が遮断しますのでご注意ください。

出力電圧を上げた場合、出力電流は最大出力電力で規定される値まで低減してください。

23）出力電圧設定確度

工場出荷時の出力電圧設定値をいいます。

定格入出力条件で測定します。

24）過電流保護（O.C.P）

出力電流が規定値以上流れないよう、電源または負荷を保護する機能をいいます。

短絡電流制限も兼ねています。

過電流の状態を解除すれば、出力電圧はもとの状態にもどります（自動復帰）。

過電流状態のまま運転を続けると、電源の破壊を招いたり、寿命を縮めますので絶対に避けてください。

過電流保護の方式を以下に説明します。

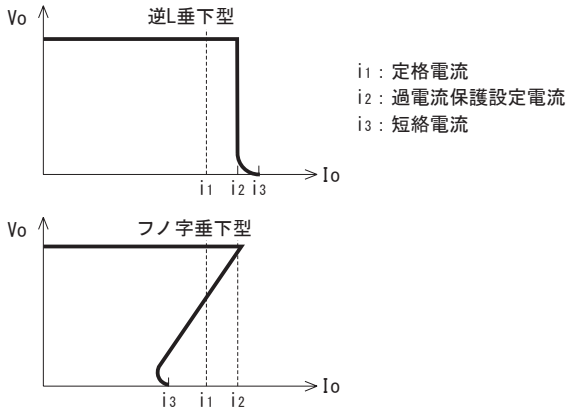


図　4.11

■間欠過電流動作

過負荷で出力電圧が間欠動作開始電圧まで低下しますと、出力はON、OFFを繰り返す間欠動作をします。なお、短絡・過電流状態を解除すれば、自動的に復帰します。

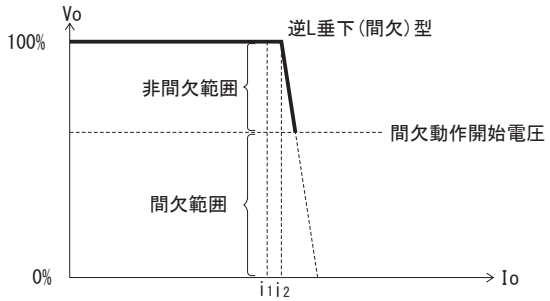


図　4.12

25）過電圧保護（O.V.P）

電源内部部品の故障などにより、出力に高い電圧が発生する場合に負荷に過電圧がかからないよう、規定値以上の電圧が出力されないよう保護する機能です。

従って、受入検査での過電圧動作確認や、負荷側回路動作の回り込みなどで、電源装置の出力端子に外部から出力電圧以上の電圧が印加されるご使用方法には対応しておらず、そのような場合は過電圧保護回路以外の部分にもストレスが加わり内部素子が破壊される場合がありますのでお避けください。

なお、過電圧保護回路が動作すると、電源は遮断されたままになります。

復帰には入力を遮断し、数分間時間をおいてから再投入してください。

ただし、出力電圧をツェナーダイオードでクランプする保護回路の場合、保護回路が動作した場合は、再起動できません。

26）リモートセンシング

電源と負荷の間の距離があり、配線の電圧降下が無視できない場合に使用します。

センシング線を接続した点の電圧を設定値に保ちます。

リモートセンシングを使用する時には、いろいろな注意が必要ですので、使用上の注意点をご覧ください。

27）リモートコントロール

複数の電源を使用する場合、それぞれの電源の立上がりや立下りに時間差を設ける時に使用します。

外部信号で電源の出力をON-OFFする機能をいいます。

リレー接点、トランジスタ、ICで駆動できます。

LOWでON、HIGHでOFFするものと、その逆のものがありますので、仕様を確認の上、ご使用ください。

28）絶縁抵抗・耐電圧

絶縁抵抗：指定された端子間に規定の直流電圧を印加した場合の抵抗値をいいます。

耐電圧　：指定された端子間に規定の交流電圧を印加しスパーク放電しないか、電源が破壊しない電圧のことをいいます。

①電圧印加方法

耐電圧試験を行う場合は、サージ電圧が発生しないよう印加電圧は、徐々にOVから上げるか、ゼロクロススイッチを使用して電圧を印加してください。

また、電圧遮断時も、徐々に印加電圧を下げるか、ゼロクロススイッチを使用してください。

②印加電圧

接地コンデンサに、高誘電率系積層セラミックコンデンサを使用している機種の場合、耐圧試験器の種類によっては、印加電圧が歪み、高い電圧が発生することがありますので、耐圧試験実施時には印加電圧の波形確認をお願いします。

③残留電圧

絶縁抵抗試験のあと、接地コンデンサに電圧が残っている場合がありますので、試験後は抵抗で放電してください。

29）使用周囲温度

電源の仕様を保証できる、運転時の周囲温度をいいます。

無風状態で、規定された取り付けをした場合の値です。

他の取り付け状態の時は、機種毎の取り扱い説明書のディレーティングの項をご覧ください。

内部に強制空冷用のファンを内蔵しているものは流入空気の温度をいいます。

周囲温度は、電源の横方向5～10cmの空気温度を測定しております。

周囲温度測定ポイントは、電源の発熱による輻射や暖められた空気の対流による影響を受けない場所であることが必要です。

従って、以下のようなポイントでの測定となります。

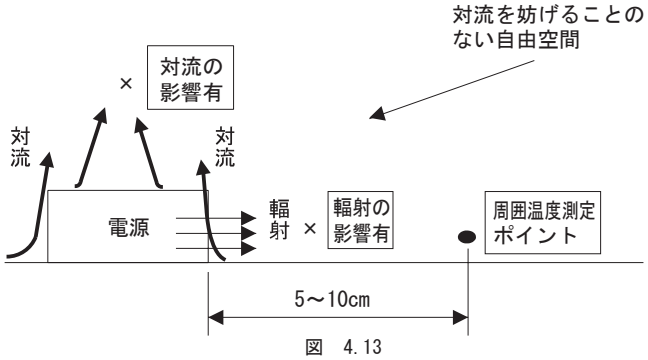


図　4.13

30）使用周囲湿度

電源の仕様を保証できる、運転時の周囲湿度をいいます。

31）保存周囲温度

非動作状態で性能に劣化を生じさせずに保存できる周囲温度をいいます。

電解コンデンサの劣化が進行しますので、高温での長期保存は避けてください。

32）保存周囲湿度

非動作状態で性能に劣化を生じさせずに保存できる周囲湿度をいいます。

高湿での保存は錆などの原因になりますので、避けてください。

33）耐振動

規定の試験条件で電源が損傷しない、振動の加速度をいいます。

試験条件には振動周波数範囲、周期、加振方向、時間があります。

加速度を一定にする定加速度振動試験と振幅を一定にする定振幅振動試験があります。

34）耐衝撃

規定の試験条件で電源が損傷しない、衝撃の加速度をいいます。

加速度とその加速度が加わる時間で表します。

35）雑音端子電圧（帰還ノイズ）

電源内部で発生したノイズが入力ラインに出ていく量をいいます。

他の装置へラインを伝ってノイズ妨害したり、ラインがアンテナとなって空中へ飛び出し、電波妨害となることを防ぐために、各国で規格が定められています。

36）雑音電界強度（輻射ノイズ）

電源内部で発生したノイズが電源自体または入力ラインや出力ラインから電波となって出ていく量をいいます。

37）入力雑音耐量

電源の動作が正常状態を保持するために許容される入力に印加される商用周波数に重畳したパルス電圧の値をいいます。

38）耐雷サージ電圧

通電状態において、入力に疑似雷サージ電圧を印加した時、電源が損傷せず耐え得る電圧の値をいいます。

電源の組み合わせ方や、入力側の他の部品などで特性が異なるため、システムとして雷対策を個別に行う必要があります。

そのため標準電源では仕様は規定しておりません。

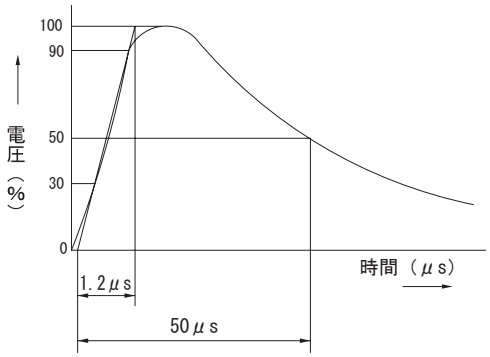


図　4.14　雷サージ波形

5. 使用上の注意点

1）入力電圧

a. 地域による電圧の差

交流入力では使用する地域によって電圧、周波数、相数が異なりますので、確認ください。

規定以外の電圧を印加した場合、電源の破壊を招くことがあります。

また、入力電圧に大きな波形歪がある場合、正常に動作しなかったり、動作しても寿命を縮めますのでご注意ください。

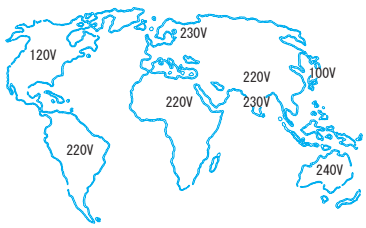


図　5.1　世界の電源電圧

b. 矩形波の印加

正弦波交流は実効値で矩形波は波高値で表現します。

スイッチング電源は入力電圧をコンデンサインプットで整流して、波高値に近い直流電圧を作りインバータを動作させます。

従って、矩形波を印加する場合は入力電圧仕様値に1.4倍した値を印加する必要があります。

波高値表示のままで入力を印加すると、正常に動作しなかったり、動作しても寿命を著しく縮めますので、使用前にお問い合わせください。

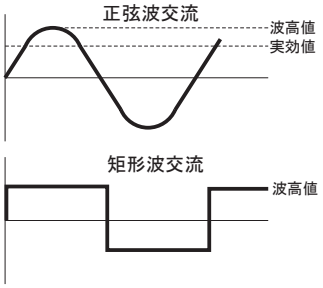


図 5.2 正弦波と矩形波

c. ラインフィルターやチョークコイルの影響

入力側にインダクタンスの大きいラインフィルターやチョークコイルが入っている場合、入力をスイッチした時それらのインダクタンスによる逆起電力が発生し、入力に過大な電圧がかかり、電源を破壊またはストレスをあたえますのでご注意ください。

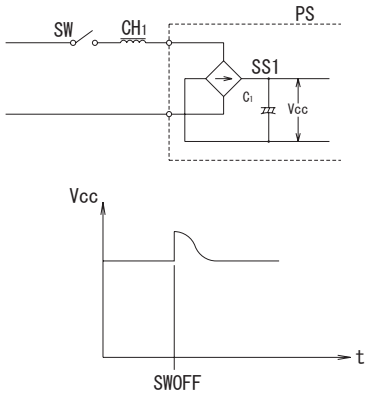


図 5.3 入力に入れたチョークコイルの影響

d. 進相コンデンサの影響

3相交流で電流の位相遅れを補正するため、進相コンデンサを使用しますが、入力スイッチの後に進相コンデンサが入っていると、スイッチOFFの時にコンデンサに蓄積されていた電圧が、次のスイッチONの時入力電圧に重畳し、電源を破壊することがありますので、絶対に避けてください。

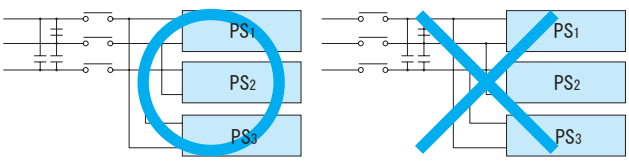


図 5.4 進相コンデンサの接続点

2) 入力相数

a. 単相3線式

一般に単相の場合は2線式で、その両端に所定の電圧が発生しますが、単相3線式の場合両端が200Vでそれぞれ片側が100Vになります。

この場合中線が断線すると、2台の電源が直列になり、片方に過大な電圧がかかることがあり、電源を破壊しますので注意が必要です。

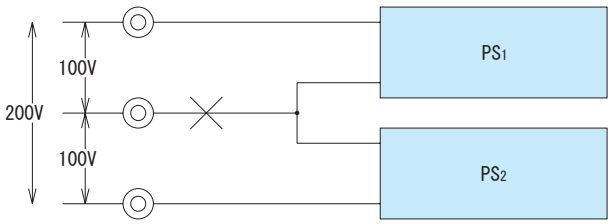


図 5.5 単相3線式入力配線

b. 3相4線式

3相交流電源には3相3線式と3相4線式とがありますが、3相3線式が主流のため、3相4線式に適合する電源はありませんのでご注意ください。

3) 入力自動切り替え方式電源

入力自動切り替え（100V/200V）方式の電源は波高値を検出して100Vか200Vかを判断していますので、絶対に矩形波や直流を印加しないでください。

4) 入力電力

高調波電流規制に対応していないほとんどの電源は、入力部分にコンデンサインプット方式の整流・平滑回路を持っています。

そのため電源の入力には歪み波電流が流れ込み、力率が0.5から0.7になっています。

電源に流れ込む電流は以下の式のようになりますので、配電盤の容量や特にトランスを前段に設置する場合、注意が必要です。

入力電力＝出力電力/効率/力率

5) ヒューズの選定

スイッチング電源は安全のため、内部にヒューズを持っています。

外部にヒューズを入れる場合は、入力電流と突入電流を考慮し余裕のあるヒューズを入れてください。

ヒューズが切れた時は電源が故障した時ですので、ほとんどの場合、ヒューズを取り替えても電源は復帰しません。

シリーズ方式の電源にはヒューズを入れておりませんので、外部に必ずヒューズを入れてお使いください。

6) スイッチの選定

スイッチの選定には投入容量と通電容量を確認する必要があります。

投入容量は電源を投入すると、突入電流が流れますのでそれに耐える容量が必要です。スイッチの許容量を越えると、接点が溶着してONしっぱなしになります。

スイッチには投入容量そのものを規定したものと、通電容量の何倍かを規定したものがあります。通電容量は電源を投入した後、連続して流れる電流に耐えるものを選定します。

シリーズ電源にも突入電流が流れますので、電源の定格電流の10倍以上の投入容量のあるスイッチを選定してください。

DC-DCコンバータをスイッチでON-OFFする場合、短時間のピーク電流が流れますので、それに耐えるものが必要です。

7）雷サージ対策

入力ラインにはいろんなサージ電圧が発生しますが、その中でも特に大きいのが雷サージです。

フィールドにおける電源の故障は、雷サージによるものが相当分を占めており、その対策は必ず必要です。

雷サージの発生には次の3つがあります。

直（撃）雷：直接雷が落ちることをいいます。エネルギーが大きすぎて電子機器としての対策はほとんど不可能で、外部に別に避雷設備を設ける必要があります。

誘（導）雷：送電線の近傍に落雷した場合、電磁界の急変によって発生するサージ電圧や、雷の先行放電によって、静電的に誘導されるサージ電圧、雷雲の電荷に対し送電線に発生した電荷が、雷の放電によってバランスがくずれ、サージ電圧となって送電線を伝搬するものなどをいいます。

逆フラッシュオーバ：送電線のアース線や鉄塔に落雷した場合、大地のインピーダンスがあるため、落雷地点の大地電位が上がり、それがラインを伝わって電子機器の入力に加わるもので、頻繁に発生します。

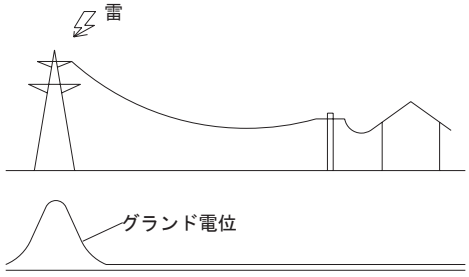


図　5.6　誘雷　逆フラッシュオーバ

以上の発生原理からも分かるように、雷サージはライン間より、ライン-大地間に、より大きなものが発生します。

ライン間に発生するサージ電圧は比較的小さいことと、スイッチング電源の場合入力に大容量のコンデンサを持っているので、サージは吸収されます。

ライン-大地間はアースの有る機器はサージ電流がアースに流れるように、回路を設計しますが、この場合でも雷サージ電流はスピードが早いので、線路のインダクタンス成分がきいてきますので、アースの無い機器と同様の考えが必要です。

アースの無い機器の場合は入力に入ったサージ電圧は、機器の浮遊容量を介して大地へ流れます。

この場合、この電流がICなどのサージ電流に弱い素子を経由すると、機器の故障になりますので、シャーシなどを利用してこの電流の経路を作り、弱い素子を経由しないようにすることが必要です。

また地域、地形によって雷の大きさや発生頻度が異なりますので、どの程度まで対策するかが判断を要するところです。

特に屋外機器の場合、入力電源ケーブルや外部に出るケーブルも考慮の上、対策が必要です。

誘雷や逆フラッシュオーバについてはアレスタやサージアブソーバで防止することが出来ます。

ラインフィルターも雷波形をなまらすという点で、効果があります。

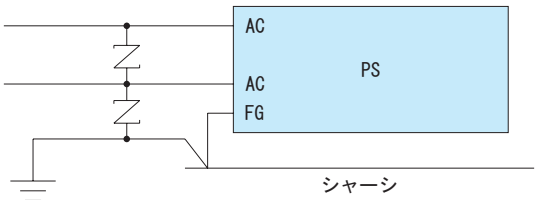


図　5.7　雷対策の回路

◆各サージアブソーバの特長

a.　放電型サージアブソーバ

許容以上のエネルギーが加わったときの安全性が高い素子です。

放電開始電圧と放電持続電圧が異なること、および応答速度が遅いため、一瞬高電圧がかかります。

b.　酸化亜鉛バリスタ、双方向ツエナーダイオード

応答速度が早く確実に機器を保護します。

許容以上のエネルギーが加わったときはショートモードで破壊します。

8）最低出力電流の規制

単一出力の電源はすべて0アンペアから出力がとれますが、一部マルチ出力の電源には、メイン出力の電流をある程度流していなければ、サブ出力の電流を100%取り出せないものがあります。

詳細は個別の取り扱い説明をご覧ください。

9）電源が立上がらない負荷

ランプや定電流負荷の場合、フノ字垂下型の過電流保護回路を持っている電源では、出力が立上がらない場合があります。

これは負荷に電圧がかかってから、所定の安定点に達するまでの負荷のV-I特性の軌跡が、過電流保護特性の垂下線上で安定してしまうために起きる現象ですので、設計時点でこれら負荷特性を考慮してください。

ほとんどの場合、逆L型の過電流保護特性にすれば解決します。

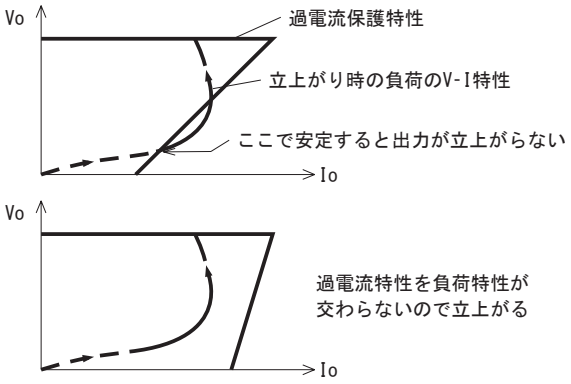


図　5.8　過電流保護特性と負荷のV-I特性

10）ピーク電流を流す時

a.　数mSecから数＋Sec流す場合

過電流保護回路動作電流まで流すことができます。

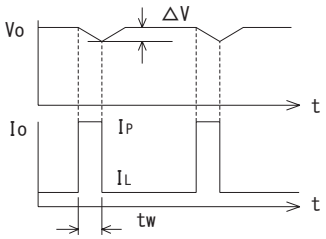
これ以上の時間流れ続けると、電源が加熱し故障に至る場合がありますので、避けてください。

過電流保護回路動作電流では電流が不足の場合、マイナーチェンジによってピーク電流に対応できますので、別途にご相談ください。

b.　数 μSecから数mSec流す場合

出力にコンデンサを追加して流すことができます。

出力に追加するコンデンサの容量は次の式で決定してください。



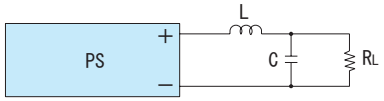
$$C\ (\mu F) = \frac{(I_P - I_L)\ tw}{\triangle\ V} \times 10^6$$

C：出力に追加するコンデンサの容量
I_P：ピーク電流
I_L：規定電流
tw：ピーク電流の幅（平均値）
△V：許せる電圧降下

図　5.9　パルス負荷時の追加コンデンサ

コンデンサは許容リップル電流もご確認ください。
詳細は当社までご相談ください。
なお、パルス負荷によっては、電源本体から音が発生することがありますので、静寂な場所でのご使用にあたっては、事前に確認願います。

発音低減回路例

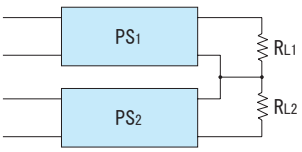


11）出力ディレーティング

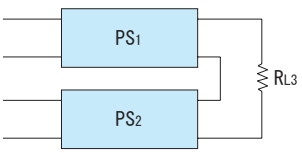
使用周囲温度や取り付け方によって、取り出せる電流値が変わってきますので、それをディレーティング表に表していますので、その範囲内でご使用ください。
電源の故障率を下げる、または寿命を長くする目的でディレーティングする場合は、後述の信頼性の項を参照ください。

12）直列運転

複数の電源を直列に接続する場合、以下に示す2つの回路がありますが、a図の場合はまったく問題ありませんが、b図の回路の場合、それぞれの電源の起動時間や立下がり時間の差で、一方の電源の電流が他方の電源に流れ込み、電源が立上がらないものがあります。



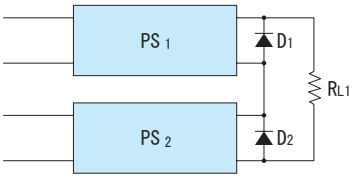
a図



b図

図　5.10　直列接続

個別の取り扱い説明に、直列運転の可否を記載しておりますので、確認の上ご使用ください。
ただし、直列運転できない機種でも、以下のように出力ダイオードを入れることによって、直列運転が可能となります。
この場合、順方向電圧が電源内部の整流器よりも低く、片方の電源の電流を瞬時流せるダイオードを選定してください。

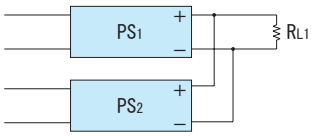


c図

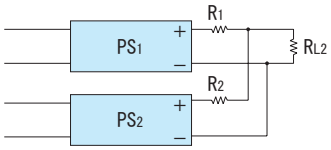
図　5.11　直列接続

13）並列運転・冗長運転

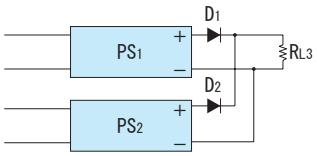
a.　並列運転（並列運転機能の無い電源の場合）



a 直接接続した回路



b 抵抗でバランスを取った回路



C ダイオードでバランスを取った回路

a.　直接接続
b.　抵抗挿入
c.　ダイオード挿入

図　5.12

aの場合PS_1とPS_2の出力電圧に必ず差が有りますので、まず電圧の高いほうからだけ電流が流れ、過電流保護回路が動作し、電圧が下がると、もう一方の電圧の低い電源から電流が流れます。
従って片方の電源は過電流状態（Io1）、もう片方の電源は出力電流からIo1を引いた値（Io2＝Io－Io1）となり、過電流状態になっているので電源の故障率を上げたり、寿命を短くしますので、この使い方には問題があります。
ただし、過電流設定値を定格電流より低く設定したマイナーチェンジ品で対応可能な場合がありますので、当社までお問い合わせください。
bの場合出力に抵抗を入れることによって、2台の出力電流のバランスをとるものです。
抵抗値はどの程度の電流バランスを取るか、抵抗の損失電力をどの程度に抑えるかで、決定します。
cの例はダイオードの電流一順方向電圧特性の傾きを利用して、2台の出力電流のバランスを取るものです。
ダイオードの耐圧、損失電力、放熱を考慮の上ご使用ください。
※b、Cの接続については、電源の出力電圧差や負荷の状況によって電流バランスに違いが生じる場合があります。

b. 並列運転（並列運転機能の有る電源の場合）

並列運転用のカレントバランス（CB）端子のある電源は、出力をそのまま並列接続してご使用いただけます。

この場合電源内部の並列運転回路が動作して、自動的にそれぞれの電源の出力電流のバランスをとります。

詳細は個別の取扱説明書をご覧ください。

c. 冗長運転

図5.12 cの接続を行い、負荷電流（R_{L3}に流れる電流）を1台の電源の定格電流以下とした場合、冗長運転（1台の電源が故障した場合のバックアップ運転）が可能となります。

14）リモートセンシング

a. 応答速度

リモートセンシングをするとセンシング線のインピーダンスによって、誤差AMPの伝達スピードが落ち、電源の応答速度が悪くなり、動的負荷変動が大きくなります。

従って、電源の配置や配線を工夫することでセンシングをしないで使用するのが良い使い方です。

b. ノイズの影響

センシング線はインピーダンスが高いので、他の回路や配線の影響を受けないよう、ツイストペア線やシールド線を使用し、大電流回路やノイズを発生する配線から遠ざけてください。

c. 発振

センシング線を長く伸ばした場合、誤差AMPの位相補正が狂い、電源が発振することがありますのでセンシング点及び+V、+S間、−V、−S間にコンデンサを付加してください。

この場合センシング点に、Qの高いフィルムコンデンサやセラミックコンデンサを取り付けると、センシング線との共振周波数でのゲインが上がり、発振を起こしますので、必ず電解コンデンサをお使いください。

15）リモートコントロール

リモートコントロールはスイッチするタイプと外部から電圧をかけるタイプ、1次側にある場合と2次側にある場合があります。

また、L（クローズ）で電源が ONするものと、H（オープン）で電源がONするものがあります。

当社電源では電源シーケンスを確実にするためL（クローズ）で電源がONするタイプになっています。

リモートコントロール端子の電圧、電流は小さいので接点でON-OFFする場合は、小信号用の接点をご使用ください。

また、リモートコントロール用の配線に負荷電流などが回り込まないよう、ご注意ください。

16）取り付け

a. 筐体に取り付ける場合

筐体自身の強度が充分有るところに取り付けてください。

輸送中の振動などで筐体が弓状に振動し、電源の取り付け部に過大な力が加わることがあります。

電源のタップを利用する場合、取付ねじの長さは内部に入り込む寸法を確認して選定してください。

b. プリント基板に取り付ける場合

端子強度の範囲内でご使用ください。

ニッパなどで端子を切断する時、過大な引っ張り力が掛かっていることもあります。

17）放熱設計

電源はパワー機器ですので、入力有効電力と出力電力の差分はすべて熱となって放出されます。

この熱をどう逃がすかが設計のポイントです。

周囲温度は実際には電源に流入する空気温度と考えてください。

a. 自然空冷の場合

自由空間に電源を置いた時の輻射と対流による放熱を期待しています。

ほとんどが対流による放熱となりますので、空気が流れる隙間を充分取ってください。

空気には粘りがあり、発熱体に直接接触している空気は動きません。

空気自身の熱伝導で近傍の空気を暖め、発熱体から数ミリ離れた空気が対流します。

筐体にいれる場合は内部に暖められた空気が蓄積しないよう、外部の空気の入口と出口を設けてください。

この場合、入口よりも出口を大きめに設計すると効果があります。

電源の設置方向によって、電源内部の素子の温度が変わりますので、使用できる温度が変わってきますので、個別の取扱説明書でご確認の上ご使用ください。

強制的に冷却した場合はもちろん、この限りではありません。

密閉筐体に入れる場合、筐体を介して内部と外部の熱交換が行われますので、充分大きな筐体をご使用ください。

この場合、内部の熱気が部分的にこもらないようファンで強制的に対流させると効果があります。

発熱量が多く内部温度が上がりすぎる場合はクーラの設置が必要です。

b. 強制空冷の場合

電源自体に強制空冷用のファンを内蔵していますので、周囲温度だけを管理すればよくなっています。

ただし、空気の流入部、排出部をふさがないようご注意ください。

c. 強制通風の場合

外部から電源に風をあてて冷却する電源です。

仕様は流す空気の量（1/min）または電源の複数のポイントの温度で表します。

d. 伝導冷却の場合

電源の発熱部品をすべてアルミ基板など、金属板に取り付け、その金属板をとおして外部へ熱を逃がす構造の電源です。

発熱量と許容温度上昇から、必要な熱抵抗を持つヒートシンクに取り付けて放熱します。

18）配線・接続

a. 据置型（ユニット、基板単体）

入力から入ってくるサージ電圧やノイズが出力に混入しないよう、また負荷や電源から発生するノイズが入力に伝搬しないよう、入力側と出力側の配線は分離、結束してください。

出力配線は太く、短く配線してください。大電流の場合はブスバーがより有効です。

b. オンボード、モジュール型

入力、出力は分離し、ラインは短く、ループを作らないようアートワークしてください。

電源の取り付け部はアースパターンか、安定電位のパターンにするとノイズに強くなります。

6. ノイズ

1）ノイズの発生

ノイズとは目的とする電圧、電流、信号以外の電圧、電流、信号をいいます。

ノイズの種類は自然ノイズと人工ノイズに大別されますが、一般に電源として問題になるのは、自然ノイズの雷ノイズと人工ノイズです。

人工ノイズはネオンサインやスイッチなどの放電ノイズと、半導体のスイッチングノイズがあります。

スイッチング電源は特に大電力をスイッチングしていますので、電源自身でノイズを発生します。

従って、使用する上で電源自身が出すノイズと外部からのノイズ双方に対策が必要です。

2）ノイズの伝達

ノイズの伝達は磁界や電界、電波などで空間を伝わる放射ノイズと、導体を伝わる伝導ノイズに分けられます。

スイッチング電源から出るノイズはそれぞれ次のように伝わります。

a. 磁界による伝達

主にトランス、チョークコイルからスイッチング周波数に同期した磁界が発生します。

直接磁気的に影響を与えるか、電磁誘導で導体に起電力となって現われ、伝導ノイズとなって影響を与えます。

b. 電界による伝達

高電圧の振幅がある、インバータ付近の部品や回路パターンから発生します。

高電圧の振幅はAC100V入力の電源では約350V、AC200Vの電源では350Vから700Vになります。

発生源と伝達物との静電容量（浮遊容量）を介して伝達します。

C. 電波による伝達

電界と磁界が直交したものが電波で、減衰量が小さく、遠くまで届きます。

ラジオ、テレビなどの無線機器に影響を与えます。

電界と磁界が同時にでる必要があるため、アンテナが必要です。

スイッチング電源では、このアンテナの役割をするのが、回路パターンやシャーシ、入力ケーブル、出力ケーブルです。

また、アンテナには空間に対する特性インピーダンスや長さなどで決まる放射効率があり、これが最適値になったときに、電波が効率よく空間に放射されます。

従って、回路パターンは長さが短く、シャーシとも近いため、放射効率が悪く電波はあまり出ません。

それに対し、入力ケーブルや出力ケーブルは長く、大地から距離もあるので、放射効率がよく電波をよく出します。

電界強度を測定する場合、3m法など近い距離での測定では、電磁ノイズ、電界ノイズ、電波ノイズを同時に測定していることになり、10m法、30m法での測定値が理論値とあわない場合があります。

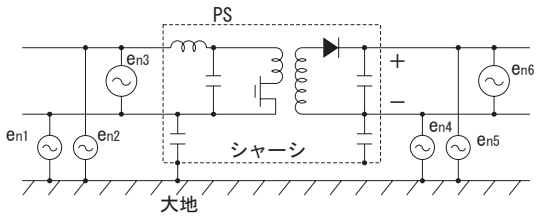
また、シールドルームの測定では、電磁ノイズの磁束がシールドルームの外壁を伝わり、測定値を狂わせる場合もあります。

d. 伝導による伝達

導体を伝わるノイズにはノーマルモードノイズとコモンモードノイズがあります。

ノーマルモードノイズとは電源や信号線の＋－の間を伝わるノイズで、コモンモードノイズは電源や信号線の＋－と大地（シャーシなど）の間を伝わるノイズです。

コモンモードノイズは伝達して行く先で、一部がノーマルモードノイズに変わり、システムの誤動作の原因になります。



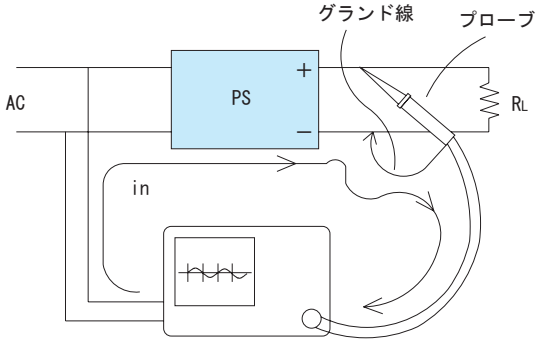
en1：入力側コモンモードノイズ1　en4：出力側コモンモードノイズ1
en2：入力側コモンモードノイズ2　en5：出力側コモンモードノイズ2
en3：入力側ノーマルモードノイズ　en6：出力側ノーマルモードノイズ

図　6.1　ノーマルモードノイズ
コモンモードノイズ

電源の出力ノイズの測定はオシロスコープで行いますが、この場合ノーマルモードノイズとコモンモードノイズを同時に測定していることになります。

ノーマルモードノイズはプローブの先端で電圧として検出しますが、コモンモードノイズはプローブのグランド線に電流として流れ、グランド線とシールド線の電圧降下分が検出電圧となって画面に現れます。

この場合グランド線のインダクタンスが、シールド線に対し大きいので、グランド線に発生する電圧が支配的になるため、グランド線を短くするとノイズ電圧が小さく計測されます。



in:コモンモードノイズ電流

図　6.2　出力ノイズ測定時のコモンモードノイズ電流

入力側の雑音端子電圧の測定も同様に、ノーマルモードノイズとコモンモードノイズを同時に測定していることになります。

3）ノイズ対策：電源自身で発生するノイズに対して

a. 磁界ノイズ対策

磁界に弱い磁気記憶装置や微弱信号を扱っている信号線は電源から離すか、金属板でシールドを施してください。

また、磁束は巻き線と直角方向に大きく出ますので、トランスやチョークコイルの方向を確認の上、部品や配線経路を設定するのも有効です。

b. 電界ノイズ

電源の高電圧の振幅をしている部分はシャーシと近く、その浮遊容量が大きいのでほとんど妨害を与えることはありません。

c. 伝導ノイズ（出力側）対策

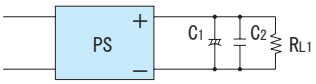
基本的には太く、短く配線することで一般的には特別な対策は必要ありません。

ノーマルモードノイズもコモンモードノイズもコンデンサまたはローパスフィルターを入れることで低減されます。

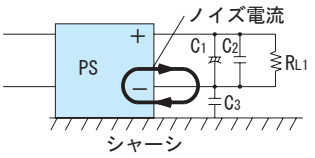
スイッチング電源のノイズ周波数の高い成分を含んでいますので、空中から直接負荷へ伝わったり、接地の方法によってまったく効果がない場合もあります。

電源と負荷を同一シャーシに取り付けるのが理想的ですが、電源のシャーシと負荷のシャーシが別々になる場合は、インダクタンスを有する電線で結ばずに、金属板で結んでください。

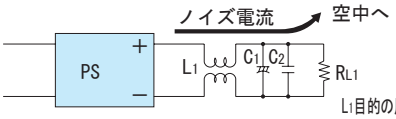
つまり、シャーシを安定電位としてノイズ源である電源と、ノイズを受ける負荷を、安定電位のシャーシに対して低インピーダンスにするということです。



a:ノーマルモードノイズの低減



b:コモンモードノイズの低減(シャーシのある場合)



c:コモンモードノイズの低減(シャーシのない場合)

図 6.3 ノーマルモードノイズの低減
コモンモードノイズの低減

d. 伝導ノイズ（入力側）対策

電源で発生したノイズが入力側へ出ていかないよう、入力側にはノイズフィルターが入っています。

このフィルターの効果を損なわないよう、入力線と出力線は離して配線してください。

また、入力線が電源の放射ノイズを受けないよう入力ケーブルは電源から離し、シャーシに沿わせて配線してください。

電源から出てくるノイズをもっと小さくしたい時や、入力ケーブルの引き回しが多くノイズをひらう場合はシステムの筐体の入り口に、別のノイズフィルターを設置すると有効です。

e. EMI対策

◆雑音端子電圧

電源自身が出すノイズと負荷で発生するノイズが電源を通過して入力側へ出てきます。

電源自身が規定の規格に適合していても、前述のa-dに従っていないと、規格をはみ出す場合があります。

また、複数の電源を使う場合や上記a-dを守れない場合、負荷からのノイズが大きい場合はシステムの入り口に別にノイズフィルターを設置してください。

◆雑音電界強度

2）a-cで述べたように、電波となって輻射するのはシステムの外へ出る入力ケーブルと、信号線などのケーブルが主です。

これを防止するためには、ノイズを伝達しないための基本的事項を守ることが先決で、その上で規格を満足できない場合、ノイズフィルターやデータラインフィルターなど各種のEMI対策部品を使用して対策してください。

筐体が金属で出来ていない場合は、金属板や金属フィルムを使って、ノイズを閉じ込めてしまうやり方が有効です。

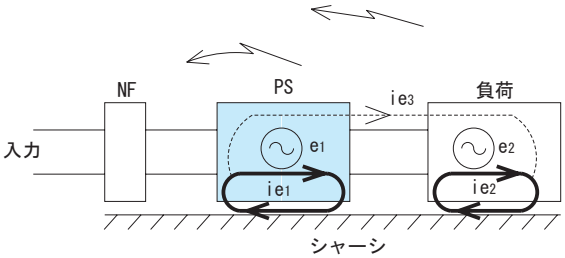


図 6.4 ノイズの伝導

4）ノイズ対策：外部からのノイズに対して

電源の入力には放電ノイズや、L負荷及び大電力の機器をスイッチした時のインパルスノイズ（一般的には数百Vから3000V程度）が入ってきます。

これらに対してはサージアブソーバやノイズフィルターを併用することで防止できます。

ノイズフィルターだけで防止する場合、フィルターのコイルの巻き線間で放電したり、巻き線間の静電容量を介して、インパルスが素通りすることがありますので、ノイズフィルターの最大入力パルス電圧を確認しておく必要があります。

スイッチング電源に内蔵しているフィルターは1000V程度しか耐えませんので、外部に別のノイズフィルターを設けない場合は、サージアブソーバを入れてください。

5）ノイズの用語

a. RFI（無線周波妨害）

Radio Frequency Interference

無線通信の通信妨害、混信のことをいいます。

b. EMI（電磁気妨害）

Electro Magnetic Interference

無線通信だけでなく、電子機器や機械、自動車などあらゆるものから発生する、直流から超高周波までの電磁気妨害を対象とします。

ノイズ妨害の発生の特性を表すものとしては、雑音端子電圧と雑音電界強度があります。

c. EMS（電磁気妨害感受性）

Electro Magnetic Susceptibility

対象の機器が他からの妨害の影響の受け易さをいいます。

受けにくさとしてImmunityが一般的に多く使われています。

ノイズ妨害を受けない特性を表すものとして、静電気放電試験、電磁界イミュニティ試験、ファースト・トランジェントバースト試験、サージイミュニティ試験、電圧ディップ/変動試験などがあります。

d. EMC（電磁環境適合性）

Electro Magnetic Compartibility

EMIとEMSを一緒にしたものです。

つまり、妨害を与えるようなノイズを発生せず、またノイズによる妨害をうけにくい特性をいいます。

6）EMI規格

国際的に、あるいは世界各国で法律や自主規制の形でEMIの規格が制定されています。

対象機種については、この規制値に入っていないと販売ができません。

主な規格として次のものがあります。

CISPR（IEC国際無線障害特別委員会）
FCC（米国連邦通信委員会）
VDE（ドイツ電気技術者協会）
VCCI（日本情報処理装置等電波障害自主規制協議会）
電気用品安全法

FCC、CISPR、VCCIの各規格における雑音端子電圧と雑音電界強度規制値を以下に示します。

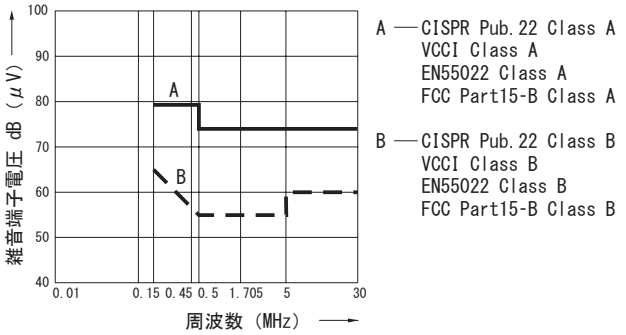


図 6.5 主な雑音端子電圧強度規制値

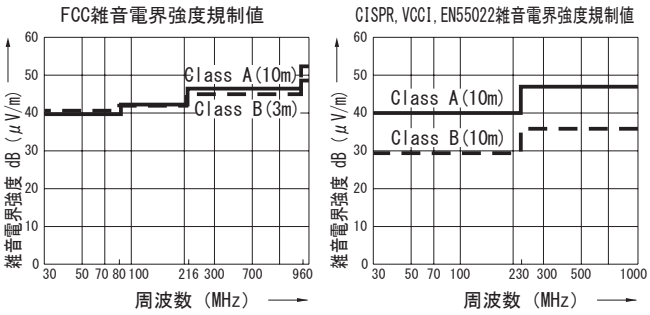


図 6.6 主な雑音電界強度規制値

7. 高調波電流抑制・力率改善

電子機器の普及によって、商用電源をコンデンサインプット型で整流するものや位相制御するもの、蛍光灯などの放電を利用するものが増え、商用電源ラインには多量の歪み波電流が流れるようになってきています。

トランスやコンデンサなどの発電、配電機器は50-60サイクルで設計されており、これに歪み波電流が流れることによって50-60サイクルの整数倍の周波数の電流が流れ機器の損失が増加します。

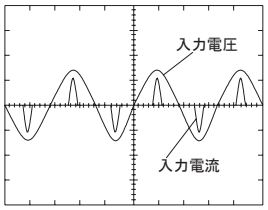
このため発電、配電機器が故障したり、発電、配電機器の定格出力が取り出せず、むだなエネルギーを浪費し不必要な発電所をいくつも運転していることになり、社会問題となっています。

1）高調波電流の発生

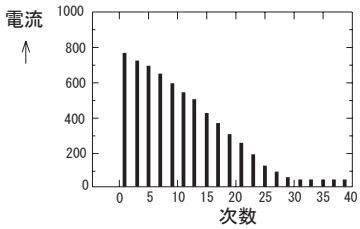
理想的な正弦波は一つの周波数成分しかありませんし、理想的な矩形波は直流から無限大の周波数成分までを含んでいます。

これらの中間となる歪み波は、基本波から波に含まれている最大周波数まで集合したものになります。

スイッチング電源に流れ込む電流はコンデンサインプットで整流しているため歪み波電流となり、基本波である50/60Hzからその整数倍の周波数成分を含み高い周波数成分まで含んでいます。



a:スイッチング電源の入力電圧電流波形



b:入力電流の周波数スペクトル

図 7.1 電圧、電流波形と周波数スペクトル

正弦波電流の流れる機器において、力率は電圧と電流の位相差で表しますが、位相差のないものについては歪み波電流が流れると、皮相電力と有効電力が別の値を示しそこに力率が存在します。

従って、高調波電流抑制をすることは力率改善になります。

2）高調波電流抑制の方法

入力に流れる電流を正弦波に近づけるために主に使われている方法を紹介します。

a. 昇圧コンバータ方式

全波整流波形を専用の昇圧コンバータを使って平滑コンデンサの電圧に昇圧する回路です。

大電力のスイッチング電源に使用されます。

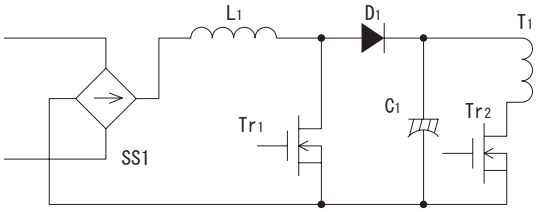


図　7.2　昇圧コンバータ方式

b. ディザー方式

前述の昇圧コンバータと電源のコンバータのスイッチを共用した回路で、小出力の電源に使用されています。

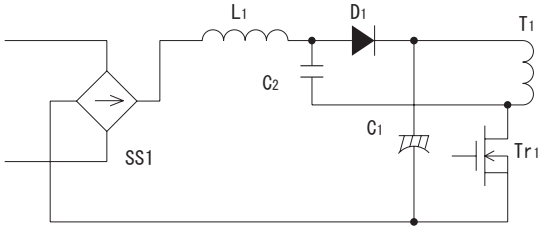


図　7.3　ディザー方式

3）高調波電流抑制の規格

高調波電流抑制については、IECを中心に国際的に検討が進められており、1982年にIEC555-2の制定以降、現在では、IEC61000-3-2へと規格が変更となっております。

ヨーロッパではEN61000-3-2：2000/A2:2005が発行され、2005年9月1日から適用されています。

①機器のクラス分け

EN61000-3-2:2000/A2:2005による機器のクラス分けは以下のとおりとなります。

クラスA：平衡三相機器、家庭用器具（クラスDの機器を除く）、工具（ポータブル工具を除く）、白熱ランプ用調光器、オーディオ機器、他の3つのクラスに規定されない機器

クラスB：ポータブル型工具、汎用アーク溶接機器

クラスC：照明装置

クラスD：消費電力600W以下の次の機器
- パーソナルコンピュータ及びそのモニター
- テレビ受信機

②各クラスの限度値

表の値は、入力電圧が230Vの時の値を示します。

これ以外の入力電圧の時は、入力電圧に反比例した値となります。

表　7.1　クラスA限度値

順番	高調波次数 n	最大許容高調波電流 [A]
奇数高調波		
1	3	2.30
2	5	1.14
3	7	0.77
4	9	0.40
5	11	0.33
6	13	0.21
7	15≦n≦39	0.15×15/n
偶数高調波		
1	2	1.08
2	4	0.43
3	6	0.30
4	8≦n≦40	0.23×8/n

※　クラスBはクラスAの1.5倍

表　7.2　クラスC限度値

順番	高調波次数 n	照明装置の基本波入力電流の百分率として表わされる最大値 [%]
奇数高調波		
1	3	30×λ　※1
2	5	10
3	7	7
4	9	5
5	11≦n≦39	3
偶数高調波		
1	2	2

※1　λは回路の力率

表　7.3　クラスD限度値(600W以下)

順番	高調波次数 n	電力比例限度値 [mA/W]	最大許容高調波電流 [A]
1	3	3.4	2.30
2	5	1.9	1.14
3	7	1.0	0.77
4	9	0.5	0.40
5	11	0.35	0.33
6	13≦n≦39	3.85/n	クラスAと同じ

③限度値を適用しない機器

照明装置以外の75Wまたは未満の定格電力の機器
（将来的に75Wから50Wへ引き下げられる予定）
総定格電力が1KW以上の専用機器
定格電力が200W以下の対称制御による発熱体
定格電力が1KWまでの白熱ランプ用の各調光器

④国内の高調波規制動向

日本では、1994年に「家電・汎用品高調波対策ガイドライン」発行され、自主規制が始まりました。

また、2003年12月20日には、JIS C 61000-3-2:第1版「高調波電流発生限度値（1相当たりの入力電流が20A以下の機器）」が発行されました。2004年9月6日にはガイドラインが廃止となり、JIS C 61000-3-2へ統一されました。2005年3月20日にはJIS C 61000-3-2:2005が発行され、IEC規格との整合が図られています。

8. 信頼性

電源の信頼性は一般的に故障率、MTBF、寿命、各種信頼性試験データで表されます。

1）故障率

故障率の時間的推移を表すものとして、バスタブカーブがよく知られています。

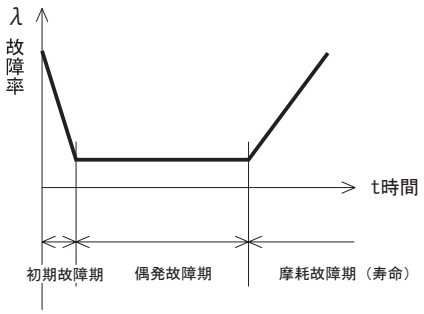


図 8.1 バスタブカーブ

運転直後の短い時間に部品などの欠陥による故障率の高い期間があり、初期故障期間といいます。

部品の信頼性が悪かった時代には、エージング（バーンイン）で初期故障を取り除くことは有効でしたが、部品の信頼性や製作工程の品質が上がってくると共に、数日間と言う短時間のエージングで発見できる初期不良は無くなりつつあります。

偶発故障期間はランダムに故障が発生する期間で、これも設計、製作工程、部品の信頼性が上がり、年々故障率が下がっています。

部品の寿命がくると摩耗故障期間になります。

一般に、単に故障率をいう場合は偶発故障期間のことをいいます。

電源の故障率の算出方法としては、あらかじめ設定された部品の故障率を積算してだす方法と、実際のフィールドでの実績から出す方法があります。

前者の場合MIL-HDBK217の部品のディレーティング率を考慮しない部品点数法と、部品1点1点の使い方がファクターとして入るストレス法を使うのが一般的です。

部品点数法を使う場合はMIL-HDBK217に準じて制定された、EIAJ規格（RCR-9102）を使用しています。

2）MTBF（平均故障間隔）

Mean Time Between Failure

同一の電源の故障から次の故障までの平均値をいいます。

故障率の逆数をとって計算します。

$$MTBF = \frac{1}{\text{電源の故障率}} \quad (H)$$

3）寿命

電源に使用している部品として電解コンデンサが一番寿命の短い部品であり、電源の寿命は電解コンデンサで決定されます。

電解コンデンサを使っていない電源では、シリコンゴムや絶縁のための樹脂が寿命の短いものになりますが、寿命に配慮して使えば、20年から30年持ちますので一般的な電子機器を対象とした場合、寿命は無いと考えて良いでしょう。

①電解コンデンサの寿命

電解コンデンサの寿命は余剰電解液の量と電解液が封口ゴムを通過して蒸発するスピード（封口ゴムの材質と封口構造で決まる）、そしてそのスピードを決定する温度で決まります。

従って、寿命は電解コンデンサそのものの設計で決まる基本寿命と、使い方で決まる電解コンデンサの温度で決定されます。

$$\text{電解コンデンサの寿命 } L = L_0 \times 2^{\frac{T_1 - T_2}{10}}$$

L_0：基本寿命
T_1：コンデンサの最高許容温度
T_2：コンデンサの使用温度（ケース温度）

コンデンサの使用温度は年間平均温度で考えてください。

以上の説明から分かるように、コンデンサの使用温度を下げれば、電源の寿命は長くなることが分かります。

コンデンサの使用温度を下げるには、電源の冷却を確実に行うことと、負荷をディレーティングして電源の温度上昇を抑えることが有効です。

②ファンの寿命

ファンの寿命は温度環境以外に湿度やほこりの影響を受けやすく寿命を短くする要因となります。ほこりの多い場所で使用する場合はファンの冷却効果が低下しないようエアフィルタを設けてください。なお、ファンの推定寿命からファンの定期的な交換をお願いします。ファンをメンテナンスいただけることで電解コンデンサの寿命までご使用いただけます。

4）信頼性試験

フィールドでの電源の故障あるいは寿命を予測、確認するため、信頼性試験があります。

ただし、どうしても加速性試験に頼らざるを得ないため、フィールドでの状況と試験の整合性がなかなか取れず、過去の経験を入れての判断が必要です。

電源の信頼性試験の方法には次のようなものがあり、その電源の特性に合わせて実施しています。

a. 高温放置試験

高温環境で長時間放置して電源に異常がないかどうか試験します。

通電、無通電があり、温度、時間をファクターにして行います。

b. 温度サイクル試験

周囲温度をゆっくり規定の範囲上下し、規定のサイクル数実施した後、電源に異常がないかどうか試験します。

c. 熱衝撃試験

周囲温度を規定の範囲で急激に変化させ、規定のサイクル数実施した後、電源に異常がないかどうか試験します。

d. THB試験

高温、高湿の環境で長時間通電して電源に異常がないかどうか試験します。

e. プレッシャークッカー試験

高温、高湿、高圧の環境で長時間放置して電源に異常がないかどうか試験します。

f. 長期通電試験

最高使用温度で全負荷とし長時間の通電を行い、寿命の確認を行う試験です。

g. 振動試験

h. 衝撃試験

5）環境

一般的な電源は MIL規格でいうところの地上、温和で設計されています。

従って、次のような環境でのご使用はそれなりの対策を行った上で、使用してください。

a. 周囲温度

ディレーティングカーブで示す温度まで使用できますが、期待寿命との関係を考慮してください。

24時間高温環境で全負荷にて連続運転すると、電解コンデンサを使用している電源は、2万から4万時間となります。

従って、この場合はファンによる強制空冷か出力をディレーティングしてご使用ください。

ただし、電解コンデンサを使用していても、テフロン封口のコンデンサを使用しているものはこの限りではありません。

このようなご使用方法を取らざるを得ないときは、いくつかの部品温度を計測し寿命推定できますので、当社に連絡ください。

b. ガス

硫化水素、亜硫酸ガス、塩素ガスなど腐食性のガスが発生する雰囲気では、電源の回路パターンや抵抗器などの部品がオープンまたはショートし、電源に障害が出ることがあります。

水道水を利用して加湿器などを使う雰囲気では水道水に含まれている、塩素イオンによって同様のことが起こります。

c. 液体

導電性のある液体などが電源にかからないよう電源の配置や方向に配慮してください。

d. ほこり

電源にほこりが付着すると放熱が悪くなり、故障したり、寿命を縮めますので、フィルターなどを設置するなどほこりがつかないよう配慮してください。

環境によっては導電性の金属やカーボンの繊維や粉が浮遊しているところもあります。

強制空冷の電源には特に注意が必要です。

また、ほこりがたまったところに水分が付くと、マイグレーションが起こったり、そこに導電性のイオンが作用して回路をショートさせますので使用環境をよく考慮してご使用ください。

bからdの問題に対してマイナーチェンジ品として、コーティング処理を施した電源も用意しております。

ただし、悪環境ではコーティング処理をしてもこれらの問題が無くなるわけではなく、故障率を下げるとか、寿命を延ばす程度ですので、最終的にはメンテナンスで信頼性を確保することを考慮してください。

9. 安全規格

電子機器が広く普及し、素人が電気製品を取り扱うのがあたりまえとなっています。

このため使用者の生命、財産を保護するため、各国では製品の安全基準を制定し、それぞれの検証機関によって製品の安全に関する認定を行っています。

基準の内容は絶縁、接地、構造、温度、材料、表示、異常試験などがあります。

電気製品を製造販売する場合、それぞれ当該国の定める安全規格を遵守し、認証を得る必要があります。

また、認証された製品は認証時作成されるプロシジャーにてらして、正しく製造されているか認証機関によって定期的にチェックされ、危険を未然に防止しています。

スイッチング電源が最も広く使用されている情報処理、事務機関係の安全規格は国際規格であるIEC60950-1をもとに各国で制定されています。

代表的な国の安全規格を次に示します。

米国	: UL60950-1/C-UL
カナダ	: CSA C22.2 No.60950-1
EU	: EN60950-1
日本	: 電気用品安全法

当社のスイッチング電源につきましては、一部の機種をのぞいて安全規格の認証を受けておりますので、安心してご使用いただけます。

また、システムとして安全規格の認証を受けられる場合、電源の認証番号の記載だけですみますので便利です。

なお、当社製品は汎用型の機器組込み型電源であるため、お客様の最終用途を特定しておりません。したがいまして、電気用品安全法につきましては準拠としており、電源本体にPSEマークの表示はありません。

10. スイッチング電源の関連規格・規制

1）IEC規格

国際電気標準会議が作る規格で、この規格そのものでは強制力はないが、各国で制定する強制力のある規格のもとになる場合が多くIEC60950-1、IEC61000などがあります。

2）輸出貿易管理令

（大量破壊兵器等の不拡散のための補完的輸出規制）

1996年9月から輸出貿易管理令別表第一に「大量破壊兵器等の不拡散のための補完的輸出規制（16項）」が導入され、直流電源装置についても大量破壊兵器等の開発・製造等に用いられる恐れがある場合には、経済産業大臣の輸出許可が必要になりました（KNOW規制）。

輸出許可申請については、貨物・技術の範囲、規制対象地域、規制要件の要素で必要かどうか決定されます。

当社では輸出貿易管理令別表第一に掲げる貨物に関する該否についての資料をお出ししておりますので、個別にお問い合わせください。

3）CEマーク

EU圏内にて販売する機械や電気製品に対して安全や品質管理、環境破壊防止に適合していることを表示するため、CEマーキングが義務づけられました。

この規制の内容はEC指令としていくつも出されており、該当する指令に適合する必要があります。

代表的なEC指令を次に示します。

a. 機械指令

工作機械やロボットのような可動部を持つ機械の安全性について規制したものです。

基本的にEN60950-1の認証を受けたものは対応可能です。

1995年1月から適用されています。

対象例
- 工作機械
- 射出成型器
- 自動機
- 建設機械などの産業用機械
- 可動部に危険性のある家庭用機械製品

機械であっても対象外のもの（他の指令が適用され、機械指令対象外となる場合がある）
- エレベータ装置
- 動力として人間が関わる機械
- 患者に直接接触させて使用される医療機械
- 公園または、遊園地で使用される特殊な装置
- スチーム
- ボイラ、水槽および圧力容器

電源装置としての安全性の指標として、当社では、EN60950-1、EN50178の認定を受けており、この認定を受けることで機械装置に組み込まれた場合でも、安全性の指標として有効であると考えています。

b. EMC指令

EMC指令には、EMI（電磁気妨害）とEMS（電磁気妨害感受性）の2つの要求項目があります。

電波障害を発生すると見なされる電気・電子部品を有する（含む）装置や設備を含む全ての電気や電子装置が対象となります。

1996年1月から適用されています。

以下にEMI、EMSそれぞれの要求を示します。

●EMI

〈共通規格〉

・EN61000-6-3

住宅環境で使用される機器に対する規格。

雑音端子電圧、雑音電界強度、高調波電流などエミッション（外部へ放射）ノイズのレベルを規定しています。

引用規格として、EN55022、EN61000シリーズなどがあります。

要求レベルは、EN61000-6-4より厳しくなります。

・EN61000-6-4

工業環境で使用される機器に対する規格。

EN61000-6-3と同様、エミッションノイズのレベルを規定しています。

引用規格として、EN55011、EN61000シリーズがあります。

〈個別規格〉

情報処理機器など、製品群、製品ごとに規格を定めています。

EN55022など、高周波ノイズに関する規格はありますが、実際の製品には、高調波電流など低周波ノイズの要求もあり、EMC指令としては、これらの要求全てを満足する必要があるため、判定として、全ての要求事項を含んでいる共通規格で判断されています。

●EMS

〈共通規格〉

・EN61000-6-1

住宅環境で使用される機器に対する規格。

静電気放電、放射電磁界、ファーストトランジェントバーストなど、外部から機器に加えるノイズレベルと判定基準を定めています。

住宅環境は、外来からのノイズが小さいということで、工業環境の試験規格よりゆるい要求レベルとなっています。

引用規格としては、EN61000シリーズなどがあります。

・EN61000-6-2

工業環境で使用される機器に対する規格。

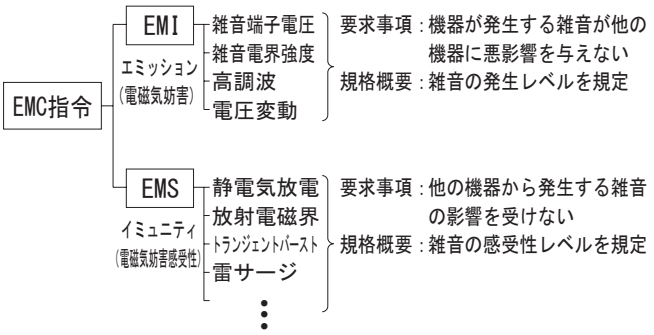
住宅環境同様、各種外来ノイズに対する試験レベルと判定基準を定めています。

引用規格としては、EN61000シリーズなどがあります。

〈個別規格〉

EMSについてもEMI同様製品群ごとに個別規格が制定されようとしていますが、現在、EMC指令の規格として正式に発効されている規格はなく、共通規格を適用しています。

共通規格では、製品によっては厳しすぎる内容もあり、今後は製品の性質に応じた個別規格が制定されていくと考えられます。



EMC指令の要求内容の区分/体系

c. 低電圧指令

低電圧で駆動する製品、具体的にはAC50から1000V、DC75から1500Vの製品が対象となります。

1997年1月から適用されています。

対象外製品例

- 爆発環境で使用される電気装置
- 放射線、医療目的で使用される電気装置
- 貨物、客エレベータ用電気部品
- 電気計測器
- 家庭用プラグ
- コンセント
- フェンスコントローラ
- 船舶、航空機、鉄道で使用される特定の電機機器

スイッチング電源は、一般に情報処理機器に使用されることが多いことから、当社では、第三者認定機関から情報処理機器の安全規格であるEN60950-1規格の認定を受けています。

EN60950-1規格の認定を受けることで、他の安全規格への対応も比較的容易であり、CBスキーム制度を活用できるようCBテストレポートも準備しております。

低電圧指令適合の適合宣言書、TCF（技術構造ファイル）ドキュメントとして、安全規格認定書、設計図面などを準備しておりますので、個別にお問い合わせください。

4) JEITA規格

日本電子機械工業会の直流安定化電源委員会が業界標準として、通則や個別規格、試験法、用語などを定めたもので強制力はありません。

5) RoHS指令

RoHS指令とは、欧州連合（EU）で廃電気電子機器に関する指令（WEEE）に関して使用される特定有害物質として、水銀［Hg］・カドミウム［Cd］・鉛［Pb］・六価クロム［Cr6+］・ポリ臭化ビフェニール［PBB］・ポリ臭化ジフェニールエーテル［PBDE］の6物質を環境特定有害物質として、2006年7月から使用を制限する指令です。

直流安定化電源・ノイズフィルタなど、鉛フリーをはじめとした特定有害6物質を製品内の最小部品単位で重量含有率を規定しています。

2006年2月で、スイッチング電源・ノイズフィルタ・オプションパーツのRoHS対応が完了いたしました。